

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Juni 2003 (26.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/052776 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>:

H01C

(74) Anwalt: KNAPP, Thomas; Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP02/14310

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:

16. Dezember 2002 (16.12.2002)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(30) Angaben zur Priorität:

101 62 276.7 19. Dezember 2001 (19.12.2001) DE

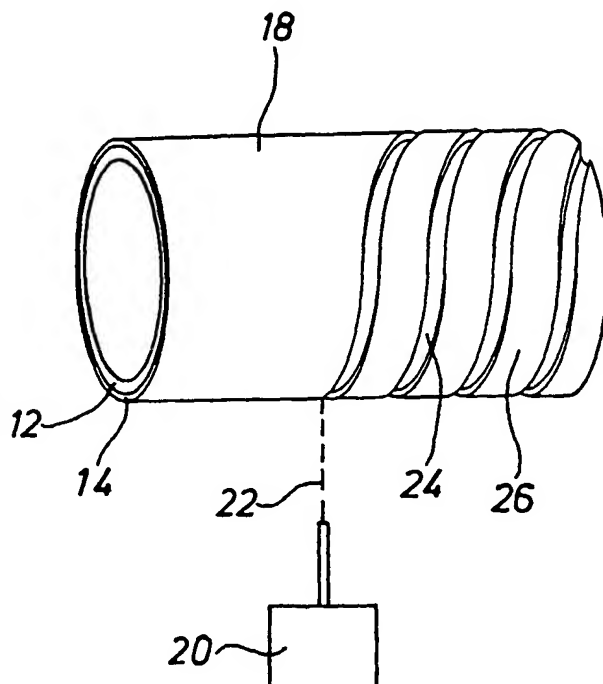
(71) Anmelder und

(72) Erfinder: RUSSEGER, Elias [AT/AT]; Obergäu 302, A-5440 Golling (AT).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE RESISTIVE LAYER AND HEATING AND/OR COOLING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EIER ELEKTRISCH LEITENDEN WIDERSTANDSSCHICHT SOWIE HEIZ- UND/ODER KÜHLVORRICHTUNG



(57) Abstract: An electrically conductive resistive layer (26) is produced by thermally injecting an electrically conductive material (18) onto the surface of a non-conductive substrate (12). Initially, the material layer (14) arising therefrom has no desired shape. The material layer (14) is then removed (24) in certain areas so that an electrically conductive resistive layer (26) having said desired shape is produced.

(57) Zusammenfassung: Eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) wird dadurch hergestellt, dass zunächst mittels thermischem Spritzen auf einen nicht leitenden Untergrund (12) ein elektrisch leitendes Material (18) flächig aufgebracht wird. Eine hieraus entstandene Materialschicht (14) weist zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form. Danach wird die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt (24), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.

**Titel:** Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden  
Widerstandsschicht sowie Heiz- und/oder  
Kühlvorrichtung

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht, bei dem ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf einen nicht leitenden Untergrund aufgebracht wird.

Ein solches Verfahren ist aus der DE 198 10 848 A1 bekannt. In dieser ist ein Heizelement beschrieben, welches dadurch hergestellt wird, dass auf Oberflächen eines Substrats mittels Lichtbogenzerstäubung oder im Plasmaspritzverfahren bandförmige Schichten aus einem elektrisch leitenden und einen Widerstand bildenden Material aufgetragen werden. Um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Schicht zu erzielen, wird zuvor mittels eines Printverfahrens eine Trennlage auf das Substrat aufgebracht. Die Trennlage ist aus einem solchen Material, dass an jenen Stellen des Substrats, an denen die Trennlage vorhanden ist, das elektrisch leitende Material nicht anhaftet.

Das bekannte Verfahren hat den Nachteil, dass es relativ

aufwändig ist und daher die Teile mit den elektrisch leitenden Widerstandsschichten vergleichsweise teuer sind. Darüber hinaus können mit dem bekannten Verfahren nur mehr oder weniger ebene Teile mit einer elektrisch leitenden Schicht versehen werden.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Herstellung einer elektrisch leitenden Schicht auf einem Untergrund einfacher und preiswerter möglich ist und auch komplex geformte Gegenstände mit einer derartigen elektrisch leitenden Widerstandsschicht versehen werden können.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass das elektrisch leitende Material flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist und danach die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird, dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist keine spezielle Vorbehandlung erforderlich, um die gewünschte Form der elektrisch leitenden Widerstandsschicht zu erhalten. Stattdessen wird zunächst das elektrisch leitende Material, aus dem die Widerstandsschicht besteht, flächig und im

Allgemeinen gleichmäßig auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht. Die Aufbringung mittels thermischem Spritzen sorgt dabei für eine hohe Anhaftung des elektrisch leitenden Materials auf dem nicht leitenden Untergrund. Darüber hinaus können die unterschiedlichsten Materialien schnell und sehr gleichmäßig auf diese Art und Weise auf dem nicht leitenden Untergrund aufgebracht werden.

Danach wird mittels einer geeigneten Einrichtung das aufgebrachte elektrisch leitende Material an bestimmten Stellen entfernt. Hierdurch wird auch eine komplexe Formgebung der elektrisch leitenden Schicht in nur zwei Arbeitsschritten ermöglicht.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

Zunächst wird vorgeschlagen, dass das bereichsweise Entfernen der Materialschicht mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgt.

Bei der Verwendung von Laserstrahlung wird das Material so stark erhitzt, dass es verdampft. Die Verwendung eines Laserstrahls hat dabei den Vorteil, dass mit ihm sehr rasch sehr hohe Energien in das elektrisch leitende Material eingekoppelt werden können, so dass dieses sofort verdampft. Durch diese augenblickliche Verdampfung des elektrisch

leitenden Materials wird sichergestellt, dass nur vergleichsweise wenig Wärme in den unter dem elektrisch leitenden Material vorhandenen Untergrund eingekoppelt wird. Dieser wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren also nicht beschädigt. Das Abdampfen hat gegenüber dem Verbrennen den Vorteil, dass im Wesentlichen keine Rückstände in den abgedampften Bereichen auf dem Untergrund verbleiben und so deren Isolierwirkung sehr gut ist.

Durch eine entsprechende Optik der Vorrichtung, welche den Laserstrahl aussendet, kann dieser in beinahe beliebiger Weise auf das herzustellende Werkstück gerichtet werden. Somit können zum einen beliebig komplexe Konturen aus dem aufgespritzten elektrisch leitenden Material herausgedampft werden, so dass entsprechend komplex konturierte elektrische Widerstandsschichten hergestellt werden können. Zum anderen können aber auch solche Werkstücke bearbeitet werden, welche selbst dreidimensional komplex gestaltet sind. In insgesamt nur zwei Arbeitsschritten kann somit eine elektrisch leitende Widerstandsschicht mit komplexer Geometrie hergestellt werden.

Bei der Verwendung eines Wasserstrahls wird überhaupt keine thermische Energie in das Werkstück eingekoppelt. Dies ist besonders bei der Bearbeitung wärmeempfindlicher Kunststoffe vorteilhaft. Gleiches gilt auch für die Verwendung von Pulver-Sandstrahlen.

In einer anderen besonders bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass während des bereichsweisen Entfernens der Materialschicht der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht wenigstens mittelbar erfasst wird. Auf diese Weise ist bereits unmittelbar während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht eine präzise Qualitätskontrolle möglich.

In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass ein Istwert des elektrischen Widerstandes der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert verglichen und durch bereichsweises Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert und Sollwert reduziert wird. Dies hat den Vorteil, dass bereits während der Herstellung der elektrisch leitenden Schicht Abweichungen von einem gewünschten Widerstand ausgeglichen werden können.

Derartige Abweichungen können bspw. dadurch entstehen, dass beim Spritzen des thermisch leitenden Materials bereichsweise unterschiedliche Mengen des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund gelangen, so dass die hieraus entstehende elektrisch leitende Schicht an einer Stelle eine andere Dicke aufweist als an einer anderen Stelle. Mit dem hier

vorgeschlagenen Verfahren können Abweichungen des Istwerts des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Schicht vom Sollwert mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  ausgeglichen werden. Das bereichsweise Entfernen zusätzlichen elektrisch leitenden Materials kann eine Verkürzung oder Verlängerung der elektrisch leitenden Schicht und/oder die Veränderung der Breite der elektrisch leitenden Schicht beinhalten.

Dabei ist es wiederum besonders vorteilhaft, wenn die Erfassung des Istwerts des elektrischen Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert und Sollwert parallel erfolgen. Dies ist möglich, da bereits während der Bearbeitung der elektrisch leitenden Schicht mittels Laserstrahlung der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht gemessen werden kann. Wird dieses erfindungsgemäße Verfahren angewendet, kann bei der Herstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht Zeit und somit Geld gespart werden.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch vorgeschlagen, dass die Materialschicht derart entfernt wird, dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Schicht eine Soll-Schmelzstelle im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht. Eine solche integrierte Schmelzsicherung erhöht die Sicherheit bei der Verwendung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht. Dabei kann die Schmelzsicherung praktisch ohne zusätzliche Kosten und

zusätzlichen Zeitaufwand in die elektrisch leitende Widerstandsschicht integriert werden.

Vorteilhaft ist auch, wenn die Materialschicht derart entfernt wird, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist. Dies ermöglicht die Ausbildung einer möglichst langen elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf einer kleinen Fläche.

Vorgeschlagen wird auch, dass nach dem bereichsweisen Entfernen des elektrisch leitenden Materials und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht auf diese eine nicht leitende Zwischenschicht aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird, dass eine zweite elektrisch leitende Schicht entsteht, welche die gewünschte Form hat. Erfindungsgemäß ist es also möglich, mehrere Schichten übereinander anzuordnen. Dabei sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur für die Ausbildung von zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden Widerstandsschichten, sondern für eine beliebige Anzahl



übereinander angeordneter Widerstandsschichten anwendbar ist.

Das elektrisch leitende Material umfasst vorzugsweise Bismut, Tellurium, Germanium, Silizium und/oder Galliumarsenid. Diese Materialien haben sich für das Aufbringen mittels thermischem Spritzen und die anschließende Bearbeitung mittels Laserstrahlung als besonders günstig erwiesen. Darüber hinaus sind mit diesen Materialien die einschlägig bekannten technischen Effekte realisierbar.

Als günstig für die Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund hat sich Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen, Laserspritzen oder Kaltgasspritzen erwiesen.

Vorgeschlagen wird ferner, dass das elektrisch leitende Material so aufgebracht und die Materialschicht bereichsweise so entfernt wird und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heiz- oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird. Bei der Herstellung einer elektrischen Kühlschicht wird vorteilhafterweise der "Peltier-Effekt" ausgenutzt.

In vorteilhafter Weiterbildung wird auch vorgeschlagen, dass der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird. Durch eine Erwärmung können lokal Oxide in die Schicht eingetragen werden, was sich auf die örtliche

elektrische Leitfähigkeit des Materials auswirkt. Dies ermöglicht eine besonders präzise und feine Einstellung des elektrischen Widerstands.

Außerdem ist es günstig, wenn die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird. Dies hat vor allem Vorteile bei einem porösen Untergrund (beispielsweise Metall mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Zwischenschicht). Eine Versiegelung vermindert das Risiko von Elektrodurchschlägen aufgrund der Luftfeuchtigkeit, insbesondere bei hoher Spannung. Als Material für die Versiegelung eignet sich Silikon, Polyimid, oder Wasserglas, letzteres auf Natrium- oder Kaliumbasis. Die Aufbringung kann durch Tauchen, Spritzen, Streichen, etc. erfolgen. Die Dichtigkeit der Versiegelung ist dann am besten, wenn die Versiegelungsschicht unter Vakuum aufgebracht wird.

Als nichtleitender Untergrund kommt auch Glas oder Glaskeramik in Frage. Hierauf kann die elektrische Widerstandsschicht vor allem durch Plasmaspritzen dauerhaft aufgebracht werden. Die gute Isolierwirkung von Glas macht eine Erdung im Betrieb der Widerstandsschicht überflüssig. Möglich ist auch die Verwendung von speziellem Hochtemperaturglas, wie beispielsweise Ceranglas (R).

Die Erfindung betrifft auch eine Heiz- und/oder Kühlvorrichtung mit einem nicht leitenden Untergrund und

einer auf den Untergrund durch thermisches Spritzen aufgetragenen elektrisch leitenden Widerstandsschicht.

Die Herstellkosten für eine derartige Heiz- und/oder Kühlvorrichtung können gesenkt werden, wenn die Widerstandsschicht ein durch thermisches Spritzen zunächst flächig aufgetragenes elektrisch leitendes Material umfasst, welches danach mittels Laserstrahlung bereichsweise entfernt und so in eine gewünschte Form gebracht wurde.

Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines Rohres, auf welches ein elektrisch leitendes Material aufgespritzt wird;

Figur 2 das Rohr von Fig. 1, dessen elektrisch leitende Materialschicht mittels Laserstrahlung bearbeitet wird;

Figur 3 eine Seitenansicht des Rohres von Fig. 2 nach der Bearbeitung;

Figur 4 eine Draufsicht auf ein plattenförmiges Teil mit

einer mäanderförmigen elektrisch leitenden Widerstandsschicht;

Figur 5 zwei Diagramme, wobei im einen Diagramm der zeitliche Verlauf des elektrischen Widerstands und im anderen Diagramm der zeitliche Verlauf der Länge der elektrisch leitenden Widerstandsschicht von Fig. 4 während ihrer Herstellung dargestellt sind; und

Figur 6 einen Schnitt durch ein plattenförmiges Teil mit zwei übereinander angeordneten elektrisch leitenden Widerstandsschichten.

In den Figuren 1 und 2 ist die Herstellung eines rohrförmigen Durchlauferhitzers dargestellt: Dabei wird auf ein Rohr 12 aus einem hochtemperaturbeständigen und einen elektrischen Isolator bildenden Werkstoff eine elektrisch leitende Materialschicht 14 aufgebracht (Fig. 1). Die Aufbringung erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels einer Vorrichtung 16, mit der Germaniumpartikel 18 auf das Rohr 12 aufgespritzt werden. Die Aufbringung erfolgt durch Kaltgasspritzen (auch "gasdynamisches Pulverbeschichten" genannt).

Bei diesem Spritzprozess werden die ungeschmolzenen Germaniumpartikel auf Geschwindigkeiten von ungefähr 300 -

1.200 m/s beschleunigt und auf das Rohr 12 gespritzt. Beim Aufprall auf das Rohr 12 verformen sich die Germaniumpartikel 18 und auch die Oberfläche des Rohres 12. Durch den Aufprall werden Oberflächenoxide auf der Oberfläche des Rohrs 12 aufgebrochen. Durch Mikroreibung aufgrund des Aufpralls steigt die Temperatur an der Berührungsfläche und führt zu Mikroverschweißungen.

Die Beschleunigung der Germaniumpartikel 18 erfolgt mittels eines Fördergases, dessen Temperatur leicht erhöht sein kann. Da jedoch das Germaniumpulver 18 in keinem Fall seine Schmelztemperatur erreicht, sind die an der Oberfläche des Rohres 12 entstehenden Temperaturen relativ moderat, so dass bspw. ein vergleichsweise preiswertes Kunststoffmaterial für das Rohr 12 verwendet werden kann.

In anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispielen kann anstelle des Kaltgasspritzens auch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen, Autogenspritzen oder Laserspritzen zur Aufbringung des elektrisch leitenden Materials auf den Untergrund verwendet werden. Anstelle von Germanium eignen sich auch Bismut, Tellurium, Silizium und/oder Galliumarsenid, je nach gewünschtem technischen Effekt.

Die Beschichtung des Rohres 12 mit den Germaniumpartikeln 18 erfolgt zunächst so, dass nach und nach die gesamte

Oberfläche des Rohres 12 mit der aus Germanium bestehenden Materialschicht 14 bedeckt ist (vgl. Fig.1). Diese Materialschicht 14 hat jedoch noch nicht die gewünschte Form: Um einen rohrförmigen Durchlauferhitzer herstellen zu können, muss eine elektrisch leitende Widerstandsschicht hergestellt werden, welche in der Art einer Spirale in Umfangsrichtung um das Rohr 12 verläuft. Hierzu wird, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, mittels einer Laservorrichtung 20 ein Laserstrahl 22 so auf die noch "formlose" Materialschicht 14 gerichtet, dass ein sich spiralenförmig um das Rohr 12 erstreckender Bereich 24 geschaffen wird, in dem das aufgespritzte elektrisch leitende Material 14 nicht mehr vorhanden ist.

Dies geschieht dadurch, dass das Material der Materialschicht 14 an dem Ort, an dem der Laserstrahl 22 auf die Schicht 14 trifft, schlagartig so stark erhitzt wird, dass es verdampft. Die Laservorrichtung 20 einerseits und eine in der Figur nicht dargestellte Vorrichtung, mit welcher das Rohr 12 gehalten ist, werden dabei so bewegt, dass ein kontinuierlicher Arbeitsprozess durch die Laservorrichtung 20 möglich ist.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, wird hierdurch eine sich von einem axialen Ende des Rohres 12 zum anderen erstreckende und spiralenförmig in Umfangsrichtung verlaufende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 geschaffen. Das Rohr 12 und die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 bilden

insgesamt einen elektrischen Durchlauferhitzer 28.

Figur 4 zeigt in der Draufsicht eine ebene Heizplatte 28. Diese besteht aus einem in dieser Draufsicht nicht sichtbaren nicht leitenden Untergrund, auf dem analog zu dem in den Fig. 1 und 2 beschriebenen Verfahren zunächst eine flächige Materialschicht 14 aufgebracht wurde, aus der anschließend Bereiche 24 mittels eines Laserstrahls abgedampft wurden (aus Darstellungsgründen ist nur ein Bereich 24 mit Bezugszeichen versehen). Hierdurch entstand eine mäanderförmig sich von einem Ende zum anderen Ende der Platte 28 erstreckende elektrisch leitende Widerstandsschicht 26. Diese weist jedoch zwei Besonderheiten auf:

Zunächst ist an dem in Fig. 4 oberen Ende die Materialschicht 14, aus der die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 hergestellt ist, so abgedampft worden, dass die Leiterbahn 26 eine Querschnittsverengung aufweist. Hierdurch wird eine Schmelzsicherung 30 geschaffen, durch welche der Betrieb der Heizplatte 28 abgesichert wird.

Eine zweite Besonderheit besteht darin, dass die Heizleistung bzw. die Wärmestromdichte der elektrisch leitenden Widerstandsschicht noch während ihrer Herstellung so korrigiert wurde, dass sie mit sehr hoher Präzision der gewünschten Heizleistung und der gewünschten Wärmestromdichte entspricht. Dies geschieht auf folgende Art und Weise:

An Endbereiche 32 und 34 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 wird während des Abdampfens der Bereiche 24 eine elektrische Spannung angelegt, so dass während dieses Abdampfens der elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Schicht 26 kontinuierlich gemessen werden kann. Mit dem Laserstrahl wird dabei die Materialschicht 14 nur in zunächst sehr schmalen Bereichen 24 abgedampft. Die in Fig. 4 horizontal verlaufenden abgedampften Bereiche 24 verlaufen also zunächst nur von einem in Fig. 4 gestrichelt dargestellten Rand 36 bis zu dem darüber liegenden horizontalen Rand 38 der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 (auch hier ist aus Darstellungsgründen nur in einem Bereich 24 das entsprechende Bezugszeichen eingetragen). Darüber hinaus wird die Materialschicht 14 zunächst vom Laserstrahl so bearbeitet, dass der in Fig. 4 untere elektrische Endbereich 34 relativ breit ist. Dies ist ebenfalls durch eine gestrichelte Linie mit dem Bezugszeichen 40 dargestellt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird während des Abdampfens der Bereiche 24 aus der Materialschicht 14 durch Widerstandsmessung der entstehenden Schicht 26 festgestellt, dass der tatsächliche elektrische Widerstand WIST (vgl. Fig. 5) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht 26 geringer ist als der an sich gewünschte elektrische Widerstand WSOLL. Der in Fig. 4 untere Anschlussbereich 34 der elektrisch



leitenden Widerstandsschicht 26 wird daher vom Laserstrahl so bearbeitet, dass seine Breite abnimmt, es wird also zusätzliches Material abgedampft. Hierdurch verlängert sich die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 um ein Maß  $dl$  (vgl. Fig. 4 und 5) und in der Folge steigt der tatsächliche elektrische Widerstand  $WIST$  an, bis er in etwa dem gewünschten Widerstand  $WSOLL$  entspricht. Die endgültige Position der Begrenzungslinie des unteren elektrischen Anschlusses 34 trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 42.

Um die Wärmestromdichte einzustellen, werden ferner die in Fig. 4 horizontalen abgedampften Bereiche 24 vergrößert. Die endgültige Begrenzung, bei welcher die elektrisch leitende Widerstandsschicht 26 die gewünschte Wärmestromdichte aufweist, trägt in Fig. 4 das Bezugszeichen 44 (aus Darstellungsgründen ist auch dieses Bezugszeichen nur bei einem abgedampften Bereich 24 eingetragen).

In Fig. 6 ist eine plattenförmige Heizvorrichtung im Schnitt dargestellt. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen umfasst sie nicht nur eine elektrisch leitende Widerstandsschicht, sondern zwei elektrisch leitende Widerstandsschichten 26a und 26b. Zwischen diesen ist eine elektrisch nicht leitende Zwischenschicht 46 vorhanden. Die Herstellung dieser elektrischen Heizplatte 28 erfolgt folgendermaßen:

Zunächst wird wie bei den obigen Ausführungsbeispielen ein elektrisch leitendes Material auf einen plattenförmigen Träger 12 aufgebracht. Die Aufbringung erfolgt dabei flächig durch thermisches Spritzen in einer Art und Weise, dass die hieraus entstehende Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist. Anschließend wird mittels Laserstrahlung die Materialschicht bereichsweise (Bezugszeichen 24a) derart abgedampft, dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a erzeugt wird, welche die gewünschte Form aufweist.

Auf die fertige elektrisch leitende Widerstandsschicht 26a wird im weiteren Verlauf des Herstellungsvorgangs die elektrisch isolierende Zwischenschicht 46 aufgebracht. Dann wird der oben beschriebene Vorgang wiederholt, d. h. es wird wieder elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht 46 flächig derart aufgebracht, dass eine hieraus entstandene zweite Materialschicht im Wesentlichen noch nicht die gewünschte Form aufweist. Diese wird dann mittels Laserstrahlung bearbeitet und bereichsweise (Bezugszeichen 24b) derart abgedampft, dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) in der gewünschten Form entsteht.

In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Material der elektrisch leitenden Schicht so gewählt, dass anstelle einer elektrischen Heizschicht eine elektrische

Kühlschicht gebildet wird.

In einem anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Temperatur der Heizschicht durch einen keramischen Schalter überwacht. Hierunter wird ein nicht-mechanischer Schalter verstanden, welcher ein Element aufweist, dessen Leitfähigkeit in erheblichem Umfang von seiner Temperatur abhängt. Alternativ kann auch ein Bimetallschalter verwendet werden.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b), bei dem ein elektrisch leitendes Material (18) mittels thermischem Spritzen (16) auf einen nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektrisch leitende Material (18) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht (14) zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt wird (24; 24a, 24b), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das bereichsweise Entfernen der Materialschicht mittels Laserstrahlung oder mittels eines Wasserstrahls oder mittels eines Pulver-Sandstrahls erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des bereichsweisen Entfernens (24) der Materialschicht (14) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) wenigstens mittelbar erfasst wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Istwert (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht mit einem Sollwert (WSOLL) verglichen und durch bereichsweises Entfernen (24) zusätzlichen elektrisch leitenden Materials (38, 42) der elektrische Widerstand (WIST) der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) derart verändert wird, dass die Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) reduziert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung des Istwerts (WIST) des elektrischen Widerstands der elektrisch leitenden Widerstandsschicht und die Reduktion der Differenz zwischen Istwert (WIST) und Sollwert (WSOLL) parallel erfolgen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialschicht (14) derart entfernt wird (24), dass an mindestens einer Stelle der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26) eine Soll-Schmelzstelle (30) im Sinne einer Schmelzsicherung entsteht.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialschicht (18) derart entfernt wird (24), dass die elektrisch leitende

Widerstandsschicht (26) wenigstens bereichsweise mäanderförmig ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem bereichsweisen Entfernen (24a) der Materialschicht und der Fertigstellung der elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26a) auf diese eine nichtleitende Zwischenschicht (46) aufgebracht, danach ein elektrisch leitendes Material mittels thermischem Spritzen auf die nicht leitende Zwischenschicht (46) flächig derart aufgebracht wird, dass eine hieraus entstandene Materialschicht zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form aufweist, und danach die Materialschicht bereichsweise derart entfernt wird (24b), dass eine zweite elektrisch leitende Widerstandsschicht (26b) entsteht, welche die gewünschte Form hat.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material Bismut, Tellurium, Germanium (18), Silizium, und/oder Galliumarsenid umfasst.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material (18) durch Plasmaspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Lichtbogenspritzen,

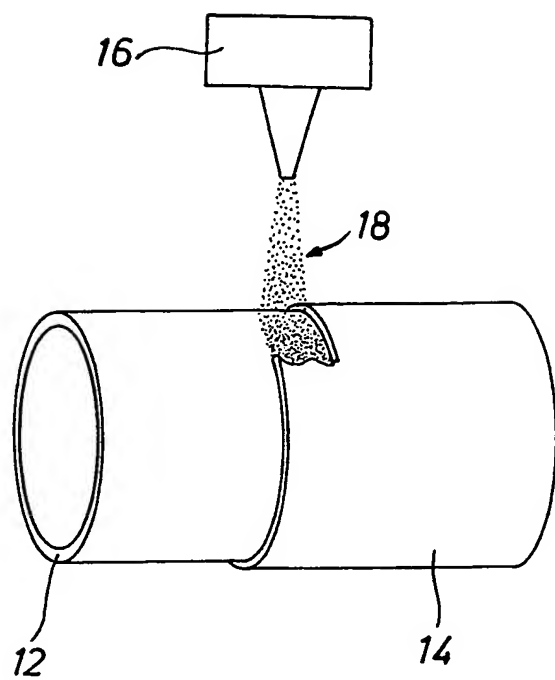
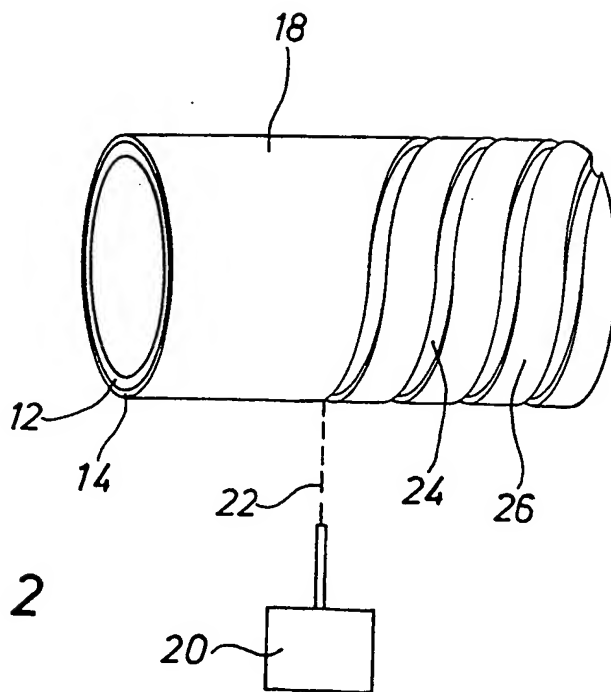
Autogenspritzen, Laserspritzen, oder Kaltgasspritzen (16) aufgebracht wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitende Material (18) so aufgebracht und die Materialschicht (14) bereichsweise so entfernt wird (24) und ein solches Material umfasst, dass eine elektrische Heizschicht (26) oder eine elektrische Kühlschicht gebildet wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der örtliche elektrische Widerstand der elektrisch leitenden Widerstandsschicht durch eine lokale Wärmebehandlung eingestellt wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht versiegelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Versiegeln mittels Silikon, Polyimid, oder Wasserglas erfolgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Versiegeln unter Vakuum erfolgt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der nichtleitende Untergrund Glas umfasst.
17. Heiz- und/oder Kühlvorrichtung (28), mit einem nicht leitenden Untergrund (12; 12, 46) und einer auf den Untergrund (12; 12, 46) durch thermisches Spritzen (16) aufgetragenen elektrisch leitenden Widerstandsschicht (26; 26a, 26b), dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Widerstandsschicht (26; 26a, 26b) ein durch thermisches Spritzen (16) zunächst flächig aufgetragenes elektrisch leitendes Material (18) umfasst, welches danach bereichsweise entfernt (24; 24a, 24b) und so in eine gewünschte Form gebracht wurde.



1 / 3

*Fig. 1**Fig. 2*

2 / 3

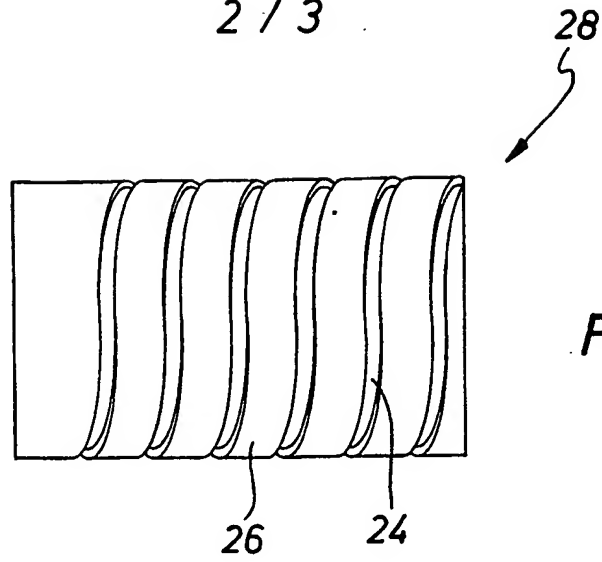


Fig. 3

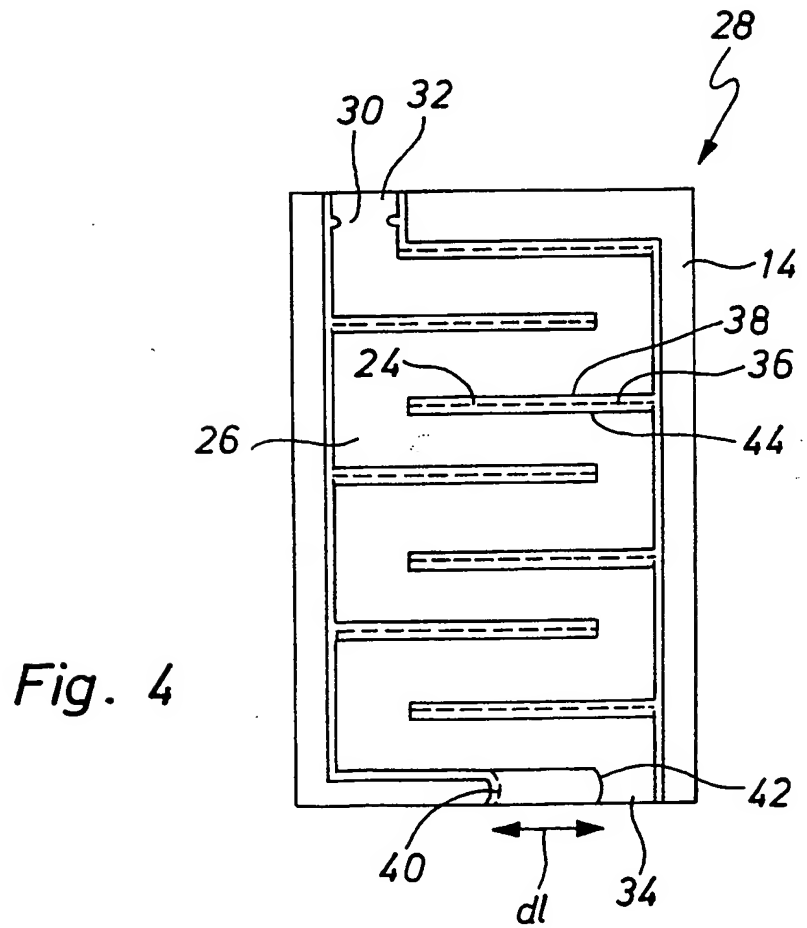


Fig. 4

3 / 3

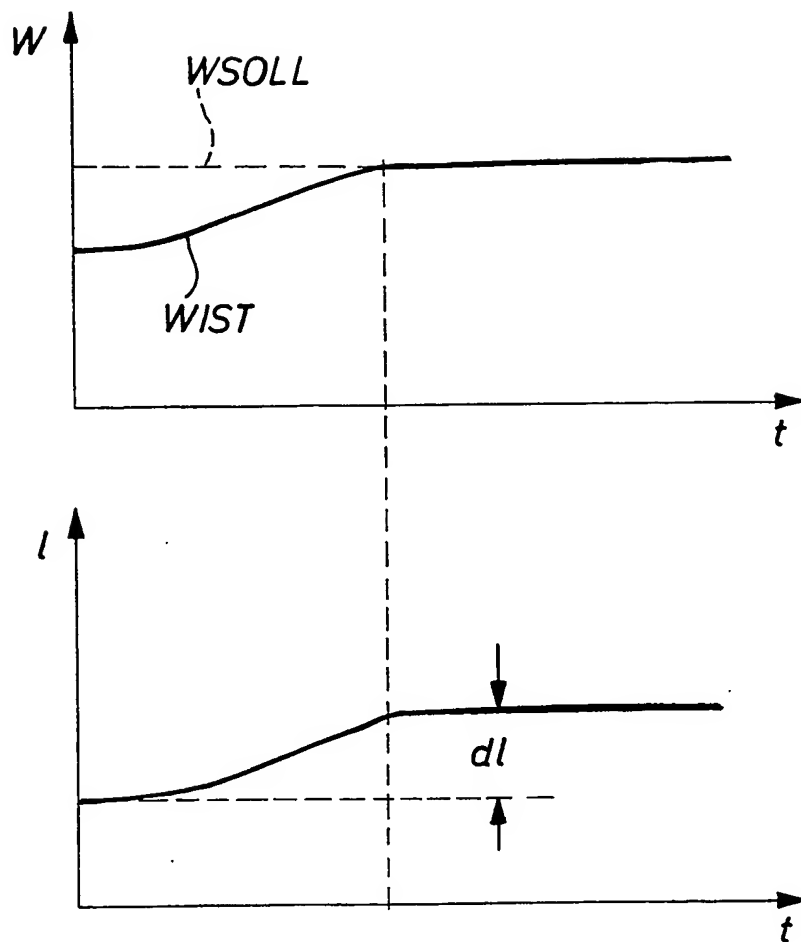


Fig. 5

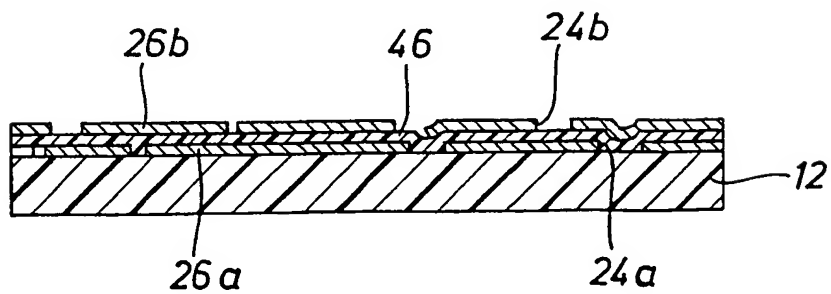


Fig. 6

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Juni 2003 (26.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2003/052776 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01C 17/24**,  
H05B 3/40, H01C 17/242

(74) Anwalt: **KNAPP, Thomas**; Dreiss, Fuhlendorf, Steimle &  
Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2002/014310

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
16. Dezember 2002 (16.12.2002)

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

— mit internationalem Recherchenbericht

(30) Angaben zur Priorität:  
101 62 276.7 19. Dezember 2001 (19.12.2001) DE

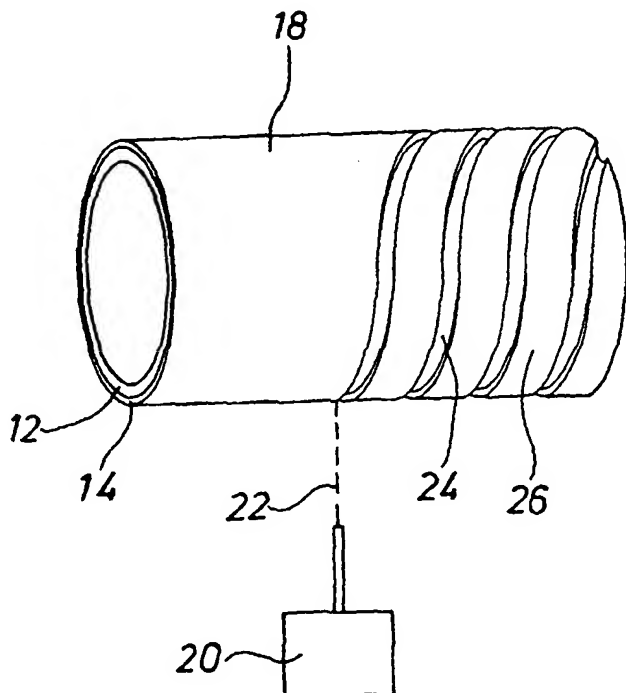
(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 4. März 2004

(71) Anmelder und  
(72) Erfinder: **RUSSEGGGER, Elias** [AT/AT]; Obergäu 302,  
A-5440 Golling (AT).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF AN ELECTRICALLY CONDUCTIVE RESISTIVE LAYER AND HEATING  
AND/OR COOLING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EIER ELEKTRISCH LEITENDEN WIDERSTANDSSCHICHT SOWIE  
HEIZ- UND/ODER KÜHLVORRICHTUNG



(57) Abstract: An electrically conductive resistive layer (26) is produced by thermally injecting an electrically conductive material (18) onto the surface of a non-conductive substrate (12). Initially, the material layer (14) arising therefrom has no desired shape. The material layer (14) is then removed (24) in certain areas so that an electrically conductive resistive layer (26) having said desired shape is produced.

(57) Zusammenfassung: Eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) wird dadurch hergestellt, dass zunächst mittels thermischem Spritzen auf einen nicht leitenden Untergrund (12) ein elektrisch leitendes Material (18) flächig aufgebracht wird. Eine hieraus entstandene Materialschicht (14) weist zunächst im Wesentlichen noch keine gewünschte Form. Danach wird die Materialschicht (14) bereichsweise derart entfernt (24), dass eine elektrisch leitende Widerstandsschicht (26) entsteht, welche im Wesentlichen die gewünschte Form hat.

WO 2003/052776 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/14310

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01C17/24 H05B3/40 H01C17/242

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01C H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 566 936 A (BOWLIN STANLEY L) 28 January 1986 (1986-01-28) column 2, line 4 - line 32; figures 1-4	1-5,7, 11,16,17 6,8-10, 12-15
X A	US 3 534 472 A (JONG MARTIJN DE ET AL) 20 October 1970 (1970-10-20) column 1, line 63 -column 4, line 66; figures 1,2	1-5,7, 11,17 6,8-10, 12-16
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 090 (E-1040), 5 March 1991 (1991-03-05) -& JP 02 304905 A (TAMA ELECTRIC CO LTD), 18 December 1990 (1990-12-18) abstract	1-7, 11-13,17  8-10, 14-16
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 2003

Date of mailing of the international search report

16/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Frias Rebelo, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 02/14310

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 534 (E-852), 29 November 1989 (1989-11-29) & JP 01 220406 A (TAIYO YUDEN CO LTD; OTHERS: 01), 4 September 1989 (1989-09-04)	1-5, 7, 11, 13, 17
A	abstract	6, 8-10, 12, 14-16
A	GB 1 018 375 A (CORNING GLASS WORKS) 26 January 1966 (1966-01-26) page 2, line 27 - line 73; claim 1; figure 1	1-17
A	US 3 750 049 A (DOWLEY M ET AL) 31 July 1973 (1973-07-31) column 1, line 7 - line 16 column 3, line 7 - line 25 column 6, line 52 - line 57	1-5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/14310

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4566936	A	28-01-1986	NONE	
US 3534472	A	20-10-1970	NL 6707448 A DE 1765142 A1 DK 127026 B ES 354386 A1 FR 1557600 A GB 1198227 A SE 334659 B	02-12-1968 01-07-1971 10-09-1973 16-02-1970 14-02-1969 08-07-1970 03-05-1971
JP 02304905	A	18-12-1990	NONE	
JP 01220406	A	04-09-1989	NONE	
GB 1018375	A	26-01-1966	BE 646428 A FR 1407090 A	31-07-1964 30-07-1965
US 3750049	A	31-07-1973	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/14310

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01C17/24 H05B3/40 H01C17/242

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01C H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 566 936 A (BOWLIN STANLEY L) 28. Januar 1986 (1986-01-28) Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 32; Abbildungen 1-4	1-5,7, 11,16,17 6,8-10, 12-15
X A	US 3 534 472 A (JONG MARTIJN DE ET AL) 20. Oktober 1970 (1970-10-20) Spalte 1, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 66; Abbildungen 1,2	1-5,7, 11,17 6,8-10, 12-16
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 090 (E-1040), 5. März 1991 (1991-03-05) -& JP 02 304905 A (TAMA ELECTRIC CO LTD), 18. Dezember 1990 (1990-12-18) Zusammenfassung	1-7, 11-13,17  8-10, 14-16
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/10/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Frias Rebelo, A



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 534 (E-852), 29. November 1989 (1989-11-29) & JP 01 220406 A (TAIYO YUDEN CO LTD; OTHERS: 01), 4. September 1989 (1989-09-04)	1-5, 7, 11, 13, 17
A	Zusammenfassung	6, 8-10, 12, 14-16
A	GB 1 018 375 A (CORNING GLASS WORKS) 26. Januar 1966 (1966-01-26) Seite 2, Zeile 27 - Zeile 73; Anspruch 1; Abbildung 1	1-17
A	US 3 750 049 A (DOWLEY M ET AL) 31. Juli 1973 (1973-07-31) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 16 Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 25 Spalte 6, Zeile 52 - Zeile 57	1-5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 02/14310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4566936	A	28-01-1986	KEINE
US 3534472	A	20-10-1970	NL 6707448 A 02-12-1968 DE 1765142 A1 01-07-1971 DK 127026 B 10-09-1973 ES 354386 A1 16-02-1970 FR 1557600 A 14-02-1969 GB 1198227 A 08-07-1970 SE 334659 B 03-05-1971
JP 02304905	A	18-12-1990	KEINE
JP 01220406	A	04-09-1989	KEINE
GB 1018375	A	26-01-1966	BE 646428 A 31-07-1964 FR 1407090 A 30-07-1965
US 3750049	A	31-07-1973	KEINE